

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-236781

(43)Date of publication of application : 25.08.1992

(51)Int.Cl.

C23C 16/50
C30B 25/00

(21)Application number : 03-005329

(71)Applicant : MITSUBISHI HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 21.01.1991

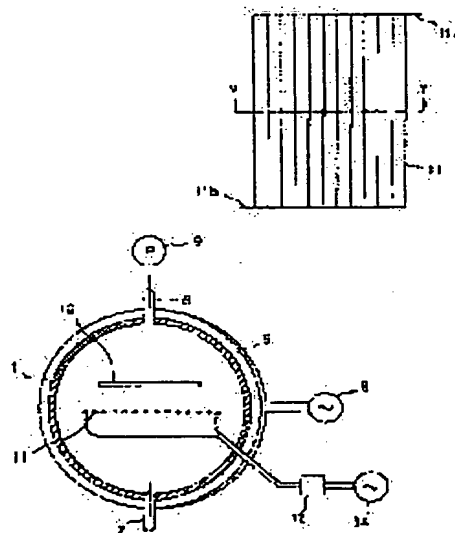
(72)Inventor : TAKEUCHI YOSHIKI
MURATA MASAYOSHI
KODAMA KATSU
UCHIDA SATOSHI
HAMAMOTO KAZUTOSHI

(54) PLASMA CVD DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a plasma CVD device appropriate to form a thin film over large-area by forming a discharge electrode with a ladder planar coil consisting of several wires and supporting a substrate parallel to the electrode.

CONSTITUTION: A discharge electrode 11 placed in a reaction vessel 1 is formed with the ladder-like planar coil consisting of several wires, and a substrate 10 is supported parallel to the electrode 11. A vacuum pump 9 is driven to evacuate the vessel 1, a gaseous reactant is supplied through an inlet pipe 7 to hold the vessel at a specified pressure, and a voltage is impressed on the electrode 11 from a high-frequency power source 14 to produce glow discharge plasma. Meanwhile, an AC voltage is impressed on a coil 5 enclosing the vessel 1 from an AC power source 6 to generate a magnetic field orthogonal to the discharge electric field of the electrode 11. Consequently, the electric field close to the electrode 11 is intensified and uniformized, and a large-area amorphous silicon thin film is formed on the substrate 10 at a high rate.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2989279号

(45) 発行日 平成11年(1999)12月13日

(24) 登録日 平成11年(1999)10月8日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

C 2 3 C 16/50

C 2 3 C 16/50

D

C 3 0 B 25/02

C 3 0 B 25/02

P

請求項の数2(全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平3-5329
(22) 出願日 平成3年(1991)1月21日
(65) 公開番号 特開平4-236781
(43) 公開日 平成4年(1992)8月25日
審査請求日 平成8年(1996)7月15日

(73) 特許権者 000006208
三菱重工業株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目5番1号
(72) 発明者 竹内 良昭
長崎県長崎市飽の浦町1番1号 三菱重
工業株式会社長崎研究所内
(72) 発明者 村田 正義
長崎県長崎市飽の浦町1番1号 三菱重
工業株式会社長崎研究所内
(72) 発明者 児玉 克
長崎県長崎市飽の浦町1番1号 三菱重
工業株式会社長崎研究所内
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦
審査官 宮澤 尚之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマCVD装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 反応容器と、この反応容器内に反応ガスを導入し、排出する手段と、上記反応容器内に収容された放電用電極と、この放電用電極にグロー放電用電力を供給する電源とを有し、反応容器内に設置された基板表面にシリコン系薄膜を形成するプラズマCVD装置において、上記放電用電極を、数本の線材から構成し、かつ同線材がすべて直流的に導通状態とした一体のはしご状の平面形コイルで形成し、上記基板を上記放電用電極と平行に支持したことを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項2】 上記電源の両端が上記放電用電極に接続されていることを特徴とする請求項1に記載のプラズマCVD装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はアモルファスシリコン太陽電池、薄膜半導体、光センサ、半導体保護膜など各種電子デバイスに使用される大面積薄膜の製造に適したプラズマCVD(化学蒸着)装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 大面積のアモルファスシリコン薄膜を製造するために、従来より用いられているプラズマCVD装置の構成を図9を参照して説明する。この技術的手段は例えば特願昭61-106314号などに開示されているように公知である。

【0003】 反応容器1内には、グロー放電プラズマを発生させるための電極2、3が平行に配置されている。これら電極2、3には、低周波電源4から例えば60Hzの商用周波数の電力が供給される。なお、電源としては、直流電源や高周波電源を用いることもできる。反応

容器1の周囲には、これを囲むようにコイル5が巻かれており、交流電源6から交流電力が供給される。反応容器1内には、図示しないポンプから反応ガス導入管7を通して例えばモノシランとアルゴンとの混合ガスが供給される。反応容器1内のガスは排気管8を通して真空ポンプ9により排気される。基板10は、電極2、3が形成する放電空間の外側に、電極2、3の面と直交するように適宜の手段で支持される。

【0004】この装置を用い、以下のようにして薄膜を製造する。真空ポンプ9を駆動して反応容器1内を排気する。反応ガス導入管7を通して例えばモノシランとアルゴンとの混合ガスを供給し、反応容器1内の圧力を0.05～0.5 Torrに保ち、低周波電源4から電極2、3に電圧を印加すると、グロー放電プラズマが発生する。コイル5に例えば100 Hzの交流電圧を印加し、電極2、3間に発生する電界Eと直交する方向に磁界Bを発生させる。この磁界における磁束密度は10 Gauss程度でよい。

【0005】反応ガス導入管7から供給されたガスのうちモノシランガスは電極2、3間に生じるグロー放電プラズマによって分解される。この結果、ラジカルSiが発生し、基板10表面に付着して薄膜を形成する。

【0006】アルゴンイオンなどの荷電粒子は、電極2、3間で電界Eによるクーロン力 $F_1 = qE$ と、ローレンツ力 $F_2 = q(V \times B)$ （ここで、Vは荷電粒子の速度）とによっていわゆるE・Bドリフト運動を起こす。荷電粒子は、E・Bドリフトにより初速を与えられた状態で、電極2、3と直交する方向に飛びだし、基板10に向けて飛んでいく。しかし、電極2、3間に生じる電界の影響が小さい放電空間では、コイル5により生じた電界Bによるサイクロトロン運動により、Larmor軌道を描いて飛んでいく。したがって、アルゴンイオンなどの荷電粒子が基板10を直撃することは少ない。

【0007】電気的に中性であるラジカルSiは、磁界Bの影響を受けず、上記荷電粒子群の軌道からそれて基板10に至り、その表面に非晶質薄膜を形成する。ラジカルSiはLarmor軌道を描いて飛んでいく荷電粒子と衝突するため、電極2、3の前方だけでなく、左又は右に広がった形で非晶質薄膜が形成される。しかも、磁界Bを交流電源6により変動させているので、基板10の表面に非晶質薄膜を均一に形成することが可能となる。なお、電極2、3の長さは、反応容器1の長さの許すかぎり長くしても何ら問題がないので、基板10が長尺のものであっても、その表面に均一な非晶質薄膜を形成することが可能となる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上記の従来の装置では、グロー放電プラズマを発生させる電極間の放電電界Eと直交する方向に磁界Bを発生させることにより、大

面積の成膜を容易に可能としている。しかし、次のような問題がある。

【0009】(i) 大面積の成膜を行う場合、電極として長尺のものを用いる必要がある。長尺の電極を用いて安定したプラズマを発生させるには、その電源の周波数は可能なかぎり低いほうが容易であるため、数10 Hz～数100 Hzの電源が用いられている。しかし、周波数が低くなり、半周期の間のイオン移動距離が電極間隔を越えるような条件の下では、直流放電の場合と同様に、プラズマを維持するために、イオン衝突によって陰極より放出された二次電子が本質的な役割を担うことになる。そのため電極に膜が付着して絶縁されると、その部分では放電が起こらなくなる。この場合、電極表面を常にクリーンに保つ必要がある。そのため、電極を頻繁に交換したり頻繁に清掃するなどの煩雑な作業が必要となり、コスト高の要因の一つとなっている。

【0010】(ii) 上記(i)の欠点を補うために、プラズマ発生源に例えば13.56 MHzの高周波電源を用いると、放電維持に対する電極放出二次電子は本質的なものでなくなり、電極上に膜などの絶縁物が存在していても、電極間にはグロー放電が形成される。しかしながら、長尺の電極を用いる場合には、高周波による表皮効果により電流の大部分が表面(約0.01 mm)を流れるため、電気抵抗が増加する。例えば、電極の長さが約1 m以上になると、電極上に電位分布が現れて一様なプラズマが発生しなくなる。これを分布定数回路で考えると、図10に示すようになる。図10において、xは電極の長さ方向の距離を示している。すなわち、電極の単位長さ当たりの抵抗Rが放電部分のインピーダンス Z_1 、 Z_2 、…、 Z_n に比べて無視できないほど大きくなると、電極内に電位分布が現れる。したがって、高周波電源を用いる場合には、大面積の成膜を行うことは非常に困難であり、実際上これまでは実現できなかった。

【0011】(iii) 上記(i)、(ii)の方法では、50 cm×50 cm以上の大面積のアモルファスシリコン薄膜を製造する際、膜厚分布を±10%以下に維持し、かつ成膜速度を0.1 nm/sec以上に保つことは非常に困難であった。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明のプラズマCVD装置は、反応容器と、この反応容器内に反応ガスを導入し、排出する手段と、上記反応容器内に収容された放電用電極と、この放電用電極にグロー放電電力を供給する電源とを有し、反応容器内に設置された基板表面にシリコン系薄膜を形成するプラズマCVD装置において、上記放電用電極を、数本の線材から構成し、かつ同線材がすべて直流的に導通状態とした一体のはしご状の平面形コイルで形成し、上記基板を上記放電用電極と平行に支持したことを特徴とするものである。

【0013】本発明において、放電用電極にグロー放電

用電力を供給する電源としては、例えば13.56 MHzの高周波電源を用いることが好ましい。

【0014】本発明において、はしご状の平面形コイル電極の隣接する線材間の間隔は50 mm以下であることが好ましい。この間隔が50 mmを超えると、基板表面に成膜されるアモルファスシリコンの膜厚分布が±30%以上となるので、好ましくない。

【0015】本発明においては、電源とはしご状の平面形コイル電極との間に、コイルとコンデンサから構成されるインピーダンスマッチング回路を設置し、電極にプラズマ発生のための電力を供給することが好ましい。

【0016】本発明においては、放電用電極の周囲を囲み、電極間に発生した電界Eと直交する方向に磁界Bを発生させるコイルと、このコイルに磁界B発生用の電流を供給する電源とを設置し、磁界によりプラズマを揺動させることが好ましい。ただし、必ずしも磁界によりプラズマを揺動させる必要はない。

【0017】

【作用】本発明においては、プラズマ発生用の電極として、従来の複数平行平板電極に代えて、数本の線材をはしご状に組んだ平面形コイル電極を反応容器内に設置したことにより、電極まわりの電界が強くなり、かつその強度分布が平坦となる。例えば、反応ガスとしてSiH₄を用いた場合、SiH₄発光強度分布(波長414 nmの発光)は一樣な強さとなる。このため、基板表面に成膜されるアモルファスシリコンはほぼ均一な膜厚分布を持ち、かつ高速成膜が可能になる。したがって、本発明のプラズマCVD装置は、大面積の非晶質薄膜の製造に適している。

【0018】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を参照して説明する。

【0019】[実施例1] 図1は本発明の一実施例のプラズマCVD装置の構成を示す断面図である。なお、従来の装置(図9)と同一の部材には同一番号を付している。反応容器1内には、グロー放電プラズマを発生させるためのはしご状平面形コイル電極11が配置されている。このはしご状平面形コイル電極11は、図2(平面図)及び図5(断面図)に示すように、2本の線材に対して垂直に数本の線材をはしご状に組んだ構造を有し、外周部が四角形状をなしている。はしご状平面形コイル電極11の電力供給点11a、11bには、高周波電源14から例えば13.56 MHzの周波数の電力がインピーダンスマッチング回路12を介して供給される。なお、はしご状平面形コイル電極11の電力供給点11a、11bの位置は図3に示すように線材の中央部でもよいし、図4に示すように4隅でもよい。反応容器1の周囲には、コイル5が設けられており、交流電源6から交流電力が供給される。なお、この電源は直流電源でもよい。本実施例では、コイル5により50~120 Gauss

の磁界が発生される。反応容器1内には、図示しないポンベから反応ガス導入管7を通して例えばモノシランとアルゴンとの混合ガスが供給される。反応容器1内のガスは排気管8を通して真空ポンプ9により排気される。図6に示すように、基板10は、はしご状平面形コイル電極11と平行に設置され、図示しない基板ホルダに支持される。

【0020】この装置を用い、以下のようにして薄膜を製造する。真空ポンプ9を駆動して反応容器1内を排気する。反応ガス導入管7を通して例えばモノシランとアルゴンとの混合ガスを100~200 cc/min程度の流量で供給し、反応容器1内の圧力を0.05~0.5 Torrに保ち、高周波電源14からインピーダンスマッチング回路12を介してはしご状平面形コイル電極11に電圧を印加すると、電極11の周囲にグロー放電プラズマが発生する。その発光状態を、波長414 nm近傍のみの光を通過させる光フィルタを介して観測すると、図7のように見える。すなわち、電極11と基板10との間でほぼ一樣な発光強度を示す。このことから、基板10表面に付着するアモルファスシリコン薄膜は、その膜厚分布が一樣になることが推測される。

【0021】アモルファスシリコン薄膜の膜厚分布は、反応ガスの流量、圧力、SiH₄濃度、電力などのほか、シグザク状平面形コイル電極11の隣接する線材間の距離(図6に表示)にも依存する。そこで、下記条件で成膜実験を行った。

【0022】基板材料: ガラス、基板面積: 30 cm × 30 cm、反応ガス: 100% SiH₄、反応ガス流量: 50 cc/分、反応容器圧力: 0.05 Torr、高周波電力: 30 Wにおいて、はしご状平面形コイル電極11の隣接する線材間の距離を10 mmから50 mmの範囲に設定した。そして、磁界を印加した状態及び印加しない状態で、膜厚の平均値が500 nmの薄膜を成膜した。隣接する線材間の距離と膜厚分布との関係を図8に示す。

【0023】図8に示されるように、磁界を印加しない場合には、線材間の距離が30 mm以下で±10%以下の膜厚分布が得られている。これに対して、正弦波(周波数10 Hz)による±80 Gaussの交番磁界を印加した場合には、磁界を印加しない場合より膜厚分布が良好である。すなわち、線材間の距離が50 mm以下で±10%以下の膜厚分布が得られている。

【0024】本実施例では、放電用電極として図2に示すはしご状平面形コイル電極11を用い、プラズマ発生電源として13.56 MHzの高周波電源を用い、かつ電界と直交する方向に磁界を印加することにより、0.3~0.5 nm/secという高速の成膜速度で大面積、かつ膜厚分布が均一なアモルファスシリコン薄膜を製造することができる。

【0025】[実施例2] 図11は実施例2におけるは

しご状平面形コイル電極15を示すものである。このはしご状平面形コイル電極15は、線材を六角形に組んで外周部を形成し、その内側に数本の線材を平行に組んだ構造を有している。このはしご状平面形コイル電極15の電力供給点15a、15bには、高周波電源14から13.56MHzの周波数の電力がインピーダンスマッチング回路12を介して供給される。

【0026】このはしご状平面形コイル電極15を設置したプラズマCVD装置を用い、実施例1と同一の条件でアモルファスシリコン薄膜を製造した。その結果、実施例1と同様に、膜厚分布が均一なアモルファスシリコン薄膜を製造することができた。

【0027】なお、図11では外周部の形状を六角形としたが、外周部が三角形や、八角形などの形状でも本実施例と同様の効果が得られることが確認されている。

【0028】〔実施例3〕図12は実施例3におけるはしご状平面形コイル電極16を示すものである。このはしご状平面形コイル電極16は、線材を円形に加工して外周部を形成し、その内側に数本の線材を平行に組んだ構造を有している。このはしご状平面形コイル電極16の電力供給点16a、16bには、高周波電源14から13.56MHzの周波数の電力がインピーダンスマッチング回路12を介して供給される。

【0029】このはしご状平面形コイル電極16を設置したプラズマCVD装置を用い、実施例1と同一の条件でアモルファスシリコン薄膜を製造した。その結果、実施例1と同様に、膜厚分布が均一なアモルファスシリコン薄膜を製造することができた。

【0030】〔実施例4〕図13は実施例4におけるはしご状平面形コイル電極17を示すものである。このはしご状平面形コイル電極17は、数本の線材を格子状に組んではしご状にした構造を有し、外周部が四角形状をなしている。このはしご状平面形コイル電極17の電力供給点17a、17bには、高周波電源14から13.56MHzの周波数の電力がインピーダンスマッチング回路12を介して供給される。

【0031】このはしご状平面形コイル電極17を設置したプラズマCVD装置を用い、実施例1と同一の条件でアモルファスシリコン薄膜を製造した。その結果、実施例1と同様に、膜厚分布が均一なアモルファスシリコン薄膜を製造することができた。

【0032】なお、図13では外周部の形状を四角形としたが、外周部が他の多角形や、円形などの形状でも本

実施例と同様の効果が得られることが確認されている。

【0033】

【発明の効果】以上詳述したように本発明によれば、放電用電極としてはしご状平面形コイル電極を用いることにより、電極近傍の電界強度が強くなり、かつ均一になったことから、高速で大面積のアモルファスシリコン薄膜を製造することができる。したがって、アモルファスシリコン太陽電池、薄膜半導体、光センサ、半導体保護膜などの製造分野で工業的価値が大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例のプラズマCVD装置の構成を示す断面図。

【図2】本発明の実施例1のプラズマCVD装置に用いられるはしご状平面形コイル電極の平面図。

【図3】本発明の変形例のはしご状平面形コイル電極の平面図。

【図4】本発明の他の変形例のはしご状平面形コイル電極の平面図。

【図5】図2、図3又は図4のV-V線に沿う断面図

【図6】本発明の実施例1のプラズマCVD装置における電極と基板との配置を示す説明図

【図7】本発明の実施例における電極近傍のSiH発光強度分布を示す説明図。

【図8】はしご状平面形コイル電極の隣接する線材間の間隔とアモルファスシリコンの膜厚分布との関係を示す特性図。

【図9】従来のプラズマCVD装置の構成を示す断面図。

【図10】従来のプラズマCVD装置の欠点を説明する図。

【図11】本発明の実施例2のプラズマCVD装置に用いられるはしご状平面形コイル電極の平面図。

【図12】本発明の実施例3のプラズマCVD装置に用いられるはしご状平面形コイル電極の平面図。

【図13】本発明の実施例4のプラズマCVD装置に用いられるはしご状平面形コイル電極の平面図。

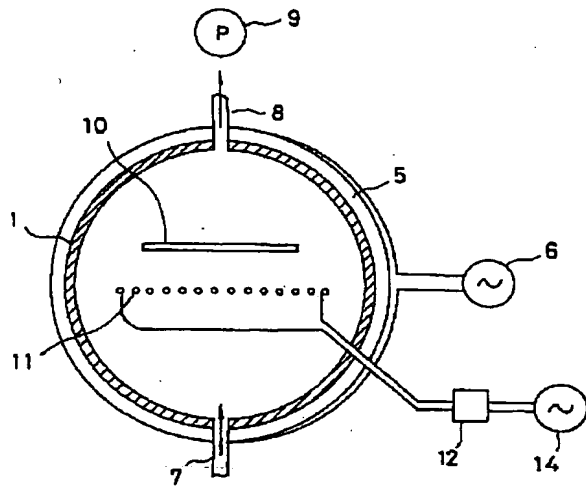
【符号の説明】

1…反応容器、5…コイル、6…交流電源、7…反応ガス導入管、8…排気管、9…真空ポンプ、10…基板、11…はしご状平面形コイル電極、12…インピーダンスマッチング回路、14…高周波電源、15、16、17…はしご状平面形コイル電極。

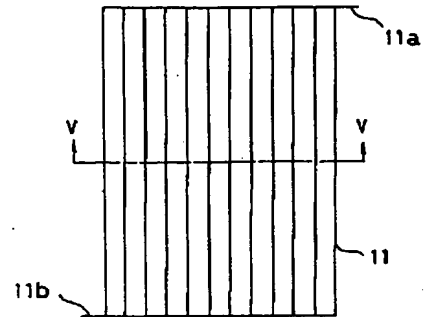
【図5】

●●●●●---●●●●●●●

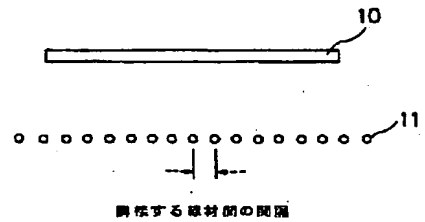
【図1】



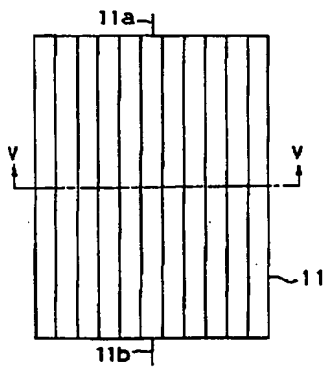
【図2】



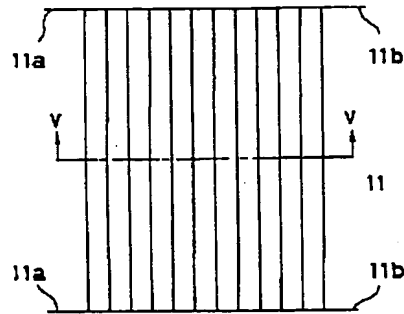
【図6】



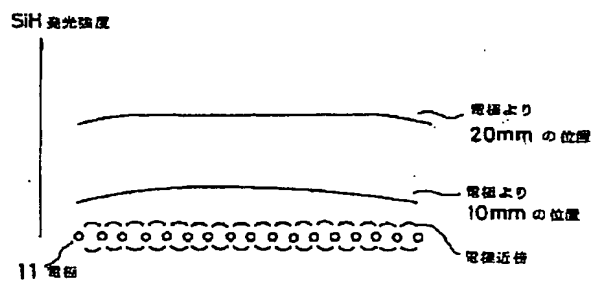
【図3】



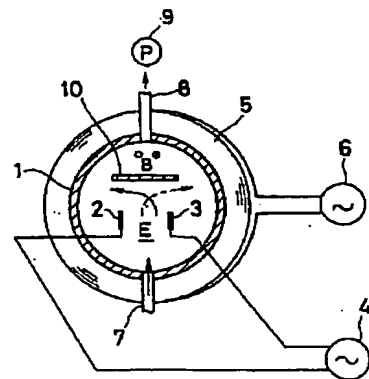
【図4】



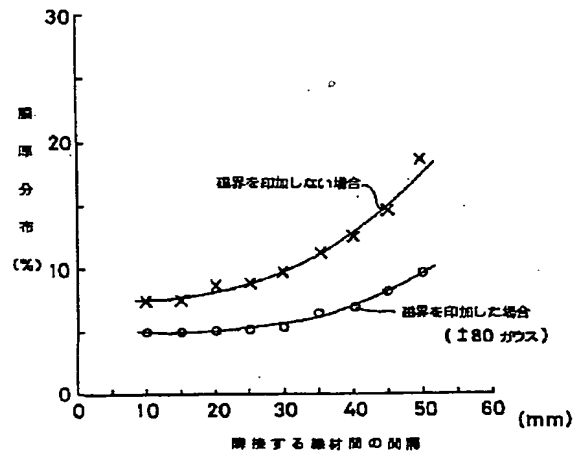
【図7】



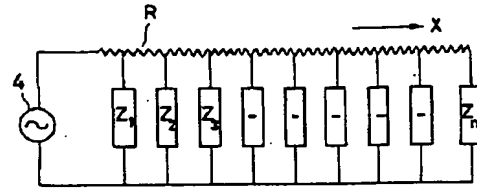
【図9】



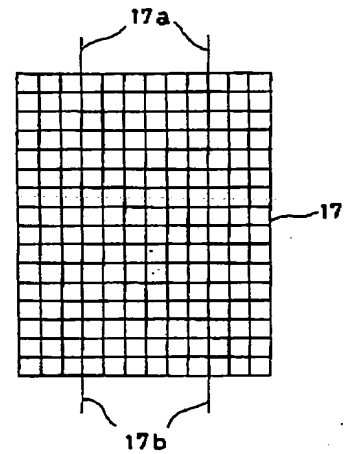
【図8】



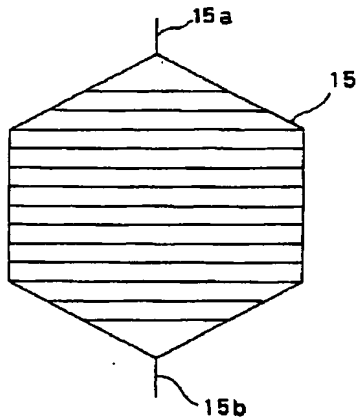
【図10】



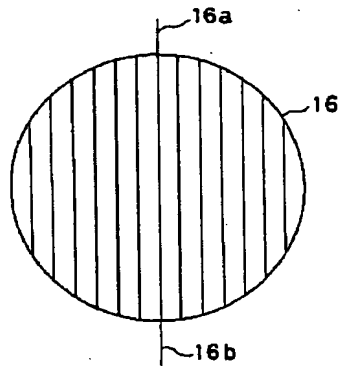
【図13】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 内田 聡

長崎県長崎市飽の浦町1番1号 三菱重
工業株式会社長崎造船所内

(72)発明者 浜本 員年

長崎県長崎市飽の浦町1番1号 三菱重
工業株式会社長崎造船所内

(56)参考文献 特開 平1-181513(J P, A)

特開 昭59-193265(J P, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁶, DB名)

C23C 16/00 - 16/56

C30B 25/02

H01L 21/205

H05H 1/00 - 1/54

J I C S T ファイル(J O I S)